

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re U.S. Patent Application of )  
KATAGIRI et al. )  
Application Number: 10/081,212 )  
Filed: February 25, 2002 )  
For: METHOD AND APPARATUS FOR )  
MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE )

Honorable Assistant Commissioner  
for Patents  
Washington, D.C. 20231

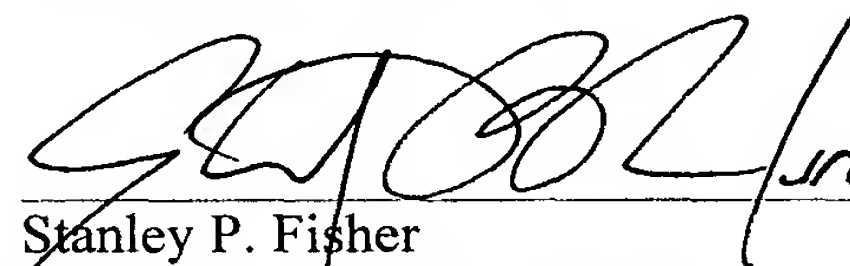
**REQUEST FOR PRIORITY  
UNDER 35 U.S.C. § 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Sir:

In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of April 25, 2001, the filing date of the corresponding Japanese patent application 2001-127043.

The certified copy of corresponding Japanese patent application 2001-127043 is submitted herewith. The Examiner is most respectfully requested to acknowledge receipt of this certified copy in the first Office Action issued on this application.

Respectfully submitted,

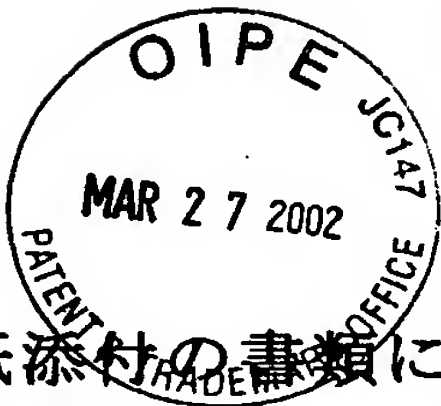


Stanley P. Fisher  
Registration Number 24,344

**REED SMITH LLP**  
3110 Fairview Park Drive  
Suite 1400  
Falls Church, Virginia 22042  
(703) 641-4200

**JUAN CARLOS A. MARQUEZ**  
Registration No. 34,072

**March 27, 2002**



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 4月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-127043

[ ST.10/C ]:

[ JP2001-127043 ]

出 願 人

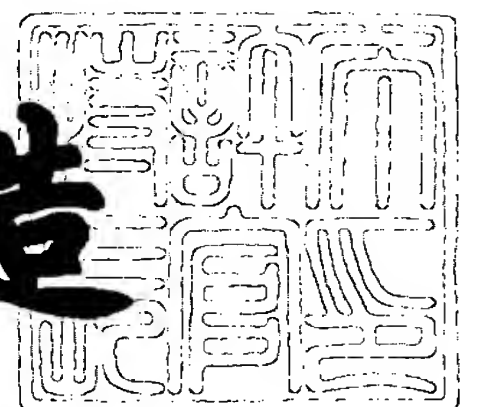
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2002年 2月26日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3011012

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT01P0534

【提出日】 平成13年 4月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/304

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 ▲片▼桐 創一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 山口 宇唯

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 近藤 誠一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 安井 感

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 河村 喜雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に絶縁膜を形成し、該絶縁膜に開口部を形成し、該開口部内および前記絶縁膜の表面に第 1 の導電膜を形成し、該第 1 の導電膜の上に第 2 の導電膜を形成した被加工対象基板に対して該第 2 の導電膜および前記第 1 の導電膜の一部を、固定砥粒工具を用いて平坦化加工することによって前記開口部内に第 1 の導電膜および第 2 の導電膜を形成した半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、

前記第 2 の導電膜を平坦化加工するとき第 1 の加工液を供給し、前記第 2 および第 1 の導電膜を平坦化加工するとき前記第 1 の加工液から第 2 の加工液に切換えて供給する加工液供給工程を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

基板に絶縁膜を形成し、該絶縁膜に開口部を形成し、該開口部内および前記絶縁膜の表面に第 1 の導電膜を形成し、該第 1 の導電膜の上に第 2 の導電膜を形成した被加工対象基板に対して該第 2 の導電膜および前記第 1 の導電膜の一部を、固定砥粒工具を用いて平坦化加工することによって前記開口部内に第 1 の導電膜および第 2 の導電膜を形成した半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、

前記第 2 および第 1 の導電膜を平坦化加工する前に、前記固定砥粒工具の表面を目立てする目立て工程を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

基板に絶縁膜を形成し、該絶縁膜に開口部を形成し、該開口部内および前記絶縁膜の表面に第 1 の導電膜を形成し、該第 1 の導電膜の上に第 2 の導電膜を形成した被加工対象基板に対して該第 2 の導電膜および前記第 1 の導電膜の一部を、固定砥粒工具を用いて平坦化加工することによって前記開口部内に第 1 の導電膜および第 2 の導電膜を形成した半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、

前記第 2 の導電膜を平坦化加工するとき第 1 の加工液を供給し、前記第 2 および第 1 の導電膜を平坦化加工するとき前記第 1 の加工液から第 2 の加工液に切換えて供給する加工液供給工程と、

前記第 2 および第 1 の導電膜を平坦化加工する前に、前記固定砥粒工具の表面を目立てする目立て工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 又は 3 記載の半導体装置の製造方法において、隣接した開口部間の絶縁膜の間隔が  $30\ \mu\text{m} \sim 0.1\ \mu\text{m}$  の範囲内で、平坦化加工面のディッシングおよびエロージョンが  $40\ \text{nm}$  以下であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 又は 3 記載の半導体装置の製造方法において、第 1 および第 2 の加工液は酸化剤、有機酸、防食剤、純水で構成されていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

請求項 5 記載の半導体装置の製造方法において、第 1 および第 2 の加工液は過酸化水素水、リンゴ酸、ベンゾトリアゾール、純水を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 7】

請求項 6 記載の半導体装置の製造方法において、第 1 および第 2 の加工液は過酸化水素水  $0.5$  から  $50\%$ 、リンゴ酸  $0.1$  から  $0.2\%$ 、ベンゾトリアゾール  $0.1$  から  $0.4\%$  から成っていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 8】

請求項 5 記載の半導体装置の製造方法において、第 1 と第 2 の加工液は酸化剤の濃度が異なることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 9】

請求項 1 又は 2 又は 3 記載の半導体装置の製造方法において、該固定砥粒工具の砥粒がヒュームドシリカであり、該砥粒を樹脂で固定化した工具であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 1 0】

請求項 9 記載の半導体装置の製造方法において、ヒュームドシリカ砥粒を樹脂で固定し、圧縮弾性率を 5 0 0 M P a から 1 0 0 0 M P a としたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 1 1】

請求項 2 記載の半導体装置の製造方法において、目立てをダイヤモンドドレッサを用いて行ない、該ダイヤモンドドレッサの研磨砥粒工具面からの高さを位置決め可能であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 1 2】

半導体装置を平坦化加工する製造装置であって、

回転定盤と、該回転定盤に固定する研磨工具と、該研磨工具の表面をドレッシングする手段と、少なくとも 2 系統の加工液供給系と、基板を保持し加工荷重を該基板に伝える加圧手段とを備え、前記回転定盤と前記ドレッシング手段とは基準面に対し位置決め可能な構造であることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 記載の半導体装置の製造装置において、ドレッシング手段がダイヤモンドドレッサであることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 記載の半導体装置の製造装置において、研磨工具が固定砥粒盤であることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 記載の半導体装置の製造装置において、固定砥粒盤の砥粒はヒュームドシリカであって樹脂で固定化されたことを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 4 記載の半導体装置の製造装置において、固定砥粒盤の圧縮弾性率は 5 0 0 M P a から 1 0 0 0 M P a であることを特徴とする製造装置の平坦化装置。

【発明の詳細な説明】



【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板表面を平坦化する研磨や研削技術に係り、特に半導体基板上に形成された薄膜が研磨や研削される半導体集積回路の製造方法及び製造装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、半導体集積回路の製造には素子分離（Shallow Trench Isolation）、各トランジスタ素子から配線層へ信号伝達するためのタングステンプラグ形成と配線層形成等のための平坦化加工技術が重要となってきた。この平坦化には化学機械研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）と呼ばれる研磨加工技術が代表的である。

【 0 0 0 3 】

特に最近では配線材料に銅が用いられるようになってきた。この平坦化はダマシン法が主流であり、例えば特開平 2 - 2 7 8 8 2 2 号公報、特開平 8 - 8 3 7 8 0 号公報に開示されている。

【 0 0 0 4 】

さて、銅を配線材料とすると従来のアルミニウム配線と比べて耐久性や抵抗値が低くなるメリットがあるが、その反面、酸化膜への拡散等による導電性イオンによる絶縁不良を考慮しなければならなくなる。ダマシン法においては、図 2 に示すように酸化膜 1 3 と配線材料である銅 1 5 の界面にバリア膜 1 4 を成膜して拡散を防止している。このバリア膜 1 4 の存在によってダマシン法では、図 2 の I から III までの工程を経て溝に銅 1 5 を埋め込むことになる。

【 0 0 0 5 】

ダマシン法による銅配線の形成は銅 1 5 とバリア膜 1 4 の加工速度の制御が重要である。一般的にバリア膜（Ta、Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>が主流）の加工速度は銅に比べて遅いため、一気に I ～ III まで加工すると銅の削れ過ぎを生じるためである。そこで、通常では銅を高速に研磨するスラリーとバリア膜を高速にして銅を低速にするスラリーあるいは、銅、バリア膜と酸化膜を同等の速度で加工できる等複数の



スラリーを別々に用意する。実際のCMP工程では、銅を高速に研磨するスラリーでIを行ない、研磨定盤を変えてバリア膜の削れるスラリーをかけてIIを行なう方法が取られる。場合によっては3段目のCMPとして銅、バリア膜と酸化膜を同等の速度で加工できるスラリーにより平坦性の向上とスクラッチ低減を行なうこともある。

【0006】

その他の従来技術として、銅の平坦化加工に固定砥粒を用いた方法がある。アルミナ砥粒を樹脂で固定化したシートを用いたものであり、遊離砥粒を含んだスラリーを不要とする特徴がある。しかし、バリア膜14除去のための2～3段目のCMPが必要であることに変わりはない。この技術については「2000 Chemical Mechanical Planarization for ULSI Multilevel Interconnection Conference」のproceedings、58～65頁に記載がある。

【0007】

また、固定砥粒を用いたその他の従来技術としてUSP5972792に記載された例がある。加工液のPhを制御して被加工材料のエッチングを防止しながら平坦化加工する方法であり、この技術も固定砥粒を用いた各層の被加工材料毎に研磨方法を変えるマルチステップの平坦化方法にあたる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記のダマシン法の平坦化を、CMPを用いて実施する場合、いくつかの課題がある。ひとつは上述のとおり、バリア膜14に用いるTa、Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>が銅に比べ硬いことに起因し、銅15とバリア膜14のCMPを別々に分けて2段以上のCMPを行なわなければならない、コストの増大、スループットの低下、廃棄スラリーの増大による環境負荷の増大等を引き起こすことである。

【0009】

その他の課題として、研磨パッドが軟質であることに起因して図4に示すように配線表面が凹むディッシングやエロージョンを生じ、その結果として配線抵抗値のばらつき幅が増大する課題がある。特に図7に示すような多層配線構造をと

るシステム L S I と呼ばれるロジックデバイスでは重要な課題となる。つまり、図 6 に示すように下層の平坦性が低いと CMP の性能以上に平坦化性が損なわれ、研磨残りによる配線間のショートや断線が発生しやすくなるという致命的な不良を生じる原因となる。この内容については「次世代 U L S I 多層配線の新材料・プロセス技術」技術情報協会の 2 4 2 ～ 2 4 6 頁に記載がある。

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、上記課題を解決すべく、CMP 工程を一工程で構成してスループットを向上させた半導体装置の製造方法及び製造装置を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の他の目的は、ディッシング、エロージョンを低減して、配線抵抗値のばらつき低減や断線不良の低減といった歩留り向上を図った半導体装置の製造方法を提供することにある。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、基板に絶縁膜を形成し、該絶縁膜に開口部を形成し、該開口部内および前記絶縁膜の表面に第 1 の導電膜（例えばバリア膜）を形成し、該第 1 の導電膜の上に第 2 の導電膜（例えば銅膜）を形成した被加工対象基板に対して該第 2 の導電膜および前記第 1 の導電膜の一部を、固定砥粒工具を用いて平坦化加工することによって前記開口部内に第 1 の導電膜および第 2 の導電膜を形成した半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、前記第 2 の導電膜を平坦化加工するとき第 1 の加工液を供給し、前記第 2 および第 1 の導電膜を平坦化加工するとき前記第 1 の加工液から第 2 の加工液に切換えて供給する加工液供給工程を有することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、本発明は、基板に絶縁膜を形成し、該絶縁膜に開口部を形成し、該開口部内および前記絶縁膜の表面に第 1 の導電膜（例えばバリア膜）を形成し、該第 1 の導電膜の上に第 2 の導電膜（銅膜）を形成した被加工対象基板に対して該第 2 の導電膜および前記第 1 の導電膜の一部を、固定砥粒工具を用いて平坦化加工

することによって前記開口部内に第 1 の導電膜および第 2 の導電膜を形成した半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、前記第 2 および第 1 の導電膜を平坦化加工する前に、前記固定砥粒工具の表面を目立てする目立て工程を有することを特徴とする。

## 【 0 0 1 4 】

また、本発明は、前記半導体装置の製造方法において、隣接した開口部間の絶縁膜の間隔が  $30\mu\text{m} \sim 0.1\mu\text{m}$  の範囲内で、平坦化加工面のディッシングおよびエロージョンが  $40\text{nm}$  以下であることを特徴とする。

## 【 0 0 1 5 】

また、本発明は、前記半導体装置の製造方法において、第 1 および第 2 の加工液は酸化剤、有機酸、防食剤、純水で構成されていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 6 】

また、本発明は、前記半導体装置の製造方法において、第 1 および第 2 の加工液は過酸化水素水、リンゴ酸、ベンゾトリアゾール、純水を含むことを特徴とする。

## 【 0 0 1 7 】

また、本発明は、前記半導体装置の製造方法において、第 1 および第 2 の加工液は過酸化水素水  $0.5$  から  $50\%$ 、リンゴ酸  $0.1$  から  $0.2\%$ 、ベンゾトリアゾール  $0.1$  から  $0.4\%$  から成っていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

また、本発明は、前記半導体装置の製造方法において、第 1 と第 2 の加工液は酸化剤の濃度が異なることを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

## 【発明の実施の形態】

本発明に係わる実施の形態について図面を用いて説明する。

## 【 0 0 2 0 】

図 1 及び、図 2 を用いて説明する。従来の多段 CMP を一段化するため、固定砥粒盤と加工中ドレッシングを組み合わせるとともに加工液の切換えを行なう。まず、固定砥粒盤 10 には、銅 15 とバリア膜 14 を加工できて、酸化膜 13 に

はキズをつけない性能が要求される。砥粒 1 2 の硬度としては、バリア膜材料と同等か硬質で酸化膜と同等か軟質である必要がある。バリア膜に T a を選択するとモース硬度は 6 . 5 であり、酸化膜（シリコン酸化膜）は 7 であることからシリカ（モース硬度 7）が上記要求を満たす。このシリカ砥粒をバリア膜に有効に作用させれば平坦化加工できることになる。実際には、図 2 の I の段階で、固定砥粒盤 1 0 表面の砥粒は銅の加工に伴い脱落するか、固定化している樹脂に囲まれ、いわゆる目つぶれを生じて固定砥粒盤表面の研磨加工に有効な砥粒存在密度が低減する。

#### 【 0 0 2 1 】

この状態を当初の状態に復帰する手段が定寸ドレッサ 4 である。この定寸ドレッサ 4 は、絶対高さ基準位置からの高さ位置制御が可能な構成になっており、固定砥粒盤 1 0 の表面高さ位置への位置決めや所定量の切り込みも可能である。そこで、図 2 の II の段階で定寸ドレッサ 4 を作動させ、例えば 1 マイクロメートル程度切り込めば、ピュアなシリカ砥粒が新規に露出するので、所定のバリア膜 1 4 の加工速度が得られる。

#### 【 0 0 2 2 】

一方、加工液 8、9 は酸化剤、有機酸、防食剤と純水からなっており、加工中に所定量が供給される。この加工液の各材料に対する加工速度特性は図 3 に示すとおりであり、酸化剤の濃度により各材料の加工速度比（選択比）を制御できることがわかる。例えば、酸化剤濃度が 3 0 % 程度の場合、銅の加工速度は最大となり、酸化剤濃度を 5 % 程度とすると銅とバリア膜である T a N の加工速度はほぼ同一となる。前者の酸化剤濃度 3 0 % 程度の液を加工液 1、後者を加工液 2 としてそれぞれ別個の供給系 6、7 から供給可能な構成をとれば、図 2 の I の工程では加工液 1 を滴下し、工程 II の段階で加工液 2 に切換えることにより効率良く銅配線のダマシンの一段平坦化ができる。

#### 【 0 0 2 3 】

また、高平坦性を低ダメージで行なうためにシリカの微細砥粒を均一分散固定し、5 0 0 ~ 1 0 0 0 M P a の圧縮弾性率を有する固定砥粒盤を用いる。この圧縮弾性率は従来の C M P パッドの 5 ~ 1 0 倍高い値である。

## 【 0 0 2 4 】

## (実施の形態 1)

本発明に係わる平坦化装置の実施の形態 1 について図 1 を用いて説明する。固定砥粒工具である固定砥粒盤 1 0 は回転定盤 1 1 上に固定され、その上方にはウェハ 1 を保持するヘッド 2 が備えられている。このヘッド 2 は、ウェハ 1 を保持するとともに回転定盤 1 1 と同方向に自転できる他、ウェハ 1 の表面を固定砥粒盤 1 0 へ押し付けて所定の力で荷重する機能も有している。さらに、ヘッド 2 は、固定砥粒盤 1 0 の半径方向に揺動するスイングアーム 3 に自転駆動されるように取り付けられる。また、加工液 9 は、供給する供給系 7 から滴下される。本発明における加工液供給系は、図 1 に示すとおり 2 系統 6、7 ある。これら 2 系統 6、7 の加工液は、各液の切替えや流量の制御がおこなえる。その他、固定砥粒工具である固定砥粒盤 1 0 の表面を平滑にドレッシングできる定寸ドレッサ 4 を備えている。この定寸ドレッサ 4 は、装置の基準面 5 からの位置決めが可能な機能を有しており、所定量の切り込みが可能である。この定寸ドレッサ 4 には、ダイヤモンド砥粒を固着したカップ型ドレッサが装着され、毎分 7 0 0 0 ～ 1 0 0 0 0 回転程度的高速回転駆動ができる。このドレッサ 4 は固定砥粒盤面全面を平滑化できる構成となっていることはいうまでもない。

## 【 0 0 2 5 】

次に、被加工ウェハ 1 の断面構造について図 2 を用いて説明する。本図ではウェハ基板のシリコン部分は省略してあり、酸化膜（絶縁膜） 1 3、バリア膜（第 1 の導電膜） 1 4 と銅（第 2 の導電膜） 1 5 の構成のみが表されている。この酸化膜 1 3 がシリコン酸化膜以外の低誘電率材料であっても良いし、酸化膜と低誘電率材料との層対であっても良い。酸化膜 1 3 には配線溝が形成されており、その上から Ta、Ta N などのバリア膜 1 4 と銅 1 5 が成膜されている。平坦化前の基板表面の初期形状は、図 2 の I にあるように凹凸している。この状態を III に示すように酸化膜 1 3 に形成された溝内の銅を残し、酸化膜 1 3 までを露出して終了する。従来の CMP では、図 2 の I から II のバリア膜 1 4 の露出、あるいは該露出直前で一旦研磨を停止して、異なる回転定盤に搬送し、バリア膜の研磨速度が銅と比べ相対的に高いスラリーをかけながら研磨して III の状態まで平坦



化して終了する。

【 0 0 2 6 】

本発明では、これら一連の加工プロセスを同一固定砥粒盤 1 0 の上で行なう。ウェハ 1 を加工する前に、固定砥粒盤 1 0 の面は定寸ドレッサ 4 により切り込み量  $1\text{ }\mu\text{m}$  程度でドレッシングされ、平坦度が  $10\text{ }\mu\text{m}$  程度となっているとともに固定砥粒盤 1 0 の面には砥粒が露出した状態となっている。この固定砥粒盤 1 0 の面に加工液供給系 6 から加工液 1 を供給して研磨するが、この時、定寸ドレッサ 4 は固定砥粒盤 1 0 からは離れた位置で停止している。

【 0 0 2 7 】

この加工液 1 は、酸化剤、有機酸、防食剤と純水からなっており、酸化剤として、過酸化水素水を 3 0 % 程度、有機酸としてリンゴ酸を 0 . 1 5 % 程度、防食剤としてベンゾトリアゾール ( B T A ) 0 . 2 % 程度の液体を用いた。この過酸化水素水の濃度と各材料の研磨速度特性は、図 3 に示すとおり、3 0 % 濃度で銅の速度が最大となる特性がある。こうすることにより、ウェハ一枚の加工時間を短縮できてスループットが向上するという望ましい効果が生じる。

【 0 0 2 8 】

次に、銅の除去が進み工程 II の状態になった時点で、加工液 1 を、加工液 2 に切り替える。本実施例においては、加工液供給系 6 を止めて加工液供給系 7 から加工液 2 の供給に変更すればよい。加工液 2 の成分構成は、加工液 1 と同じで、酸化剤 ( 過酸化水素水 ) 、有機酸 ( リンゴ酸 ) 、防食剤 ( B T A ) である。ただし、この濃度は、銅 1 5 とバリア膜 1 4 の加工速度がほぼ 1 : 1 になるように調整する。この調整方法は、酸化剤濃度の調整と、後述する加工中の定寸ドレッサ 4 による定寸ドレッシングとの併用で行ない、銅 1 5 とバリア膜 1 4 の加工速度比を 1 : 1 となるようにした。こうすることにより、図 4 に示す如く平坦化加工面のディッシングやエロージョンといった銅や酸化膜の削れ過ぎを防止できるので、望ましい。

【 0 0 2 9 】

工程 II における定寸ドレッシングとは、定寸ドレッサ 4 を固定砥粒盤 1 0 の面の高さまで下降させて、ダイヤモンド砥粒を固定砥粒盤 1 0 の面に接触させて目

つぶれた樹脂を除去するとともに新しい砥粒面の露出と遊離砥粒 1 6 を発生させる機能のことである。この定寸ドレッサ 4 の位置決め高さ位置は、平坦化加工前にドレッシングした位置と同一位置でも良いし、1  $\mu$ m 程度さらに切込んでも良い。切込むことにより遊離砥粒 1 6 が多数発生し、バリア膜 1 4 の加工速度を向上することができる。

## 【 0 0 3 0 】

バリア膜（第 1 の導電膜）1 4 が除去され、酸化膜（絶縁膜）1 3 が露出すると加工が終了することになる。このときに酸化膜の加工速度がバリアと銅に比べて非常に遅いとオーバ研磨時の膜減りを防止できる効果があり、望ましい。その他にもウェハ面内不均一性がある場合においても加工時間を長めに設定することによって研磨残りを防止する事も可能となる。例えば、被加工面上のほとんどのバリア膜が除去されるまでの研磨時間をジャスト研磨時間とした場合、ジャスト研磨時間の 1. 3 から 1. 5 倍程度にするとよい。

## 【 0 0 3 1 】

## （実施の形態 2）

上記実施の形態 1 では平坦化加工前に固定砥粒盤 1 0 の全面を定寸ドレッサ 4 によりドレッシングして固定砥粒盤表面に固定砥粒 1 2 を露出させたが、本実施の形態 2 では、この工程を省くことも可能である。銅 1 5 は砥粒が存在しなくても加工できることが既に知られているので、必ずしも加工前のドレッシングが不可欠ではないからである。また、固定砥粒盤 1 0 の寿命はドレッシングによる厚さの低減により決定されるものであることから、極力ドレッシングの頻度は下げるべきであり、この観点からも加工前のドレッシングを省くことは有効であるといえる。

## 【 0 0 3 2 】

従って、本実施の形態 2 によれば、実施の形態 1 における工程のうち、加工前でのドレッシングを省略した半導体配線構造の平坦化加工が可能である。その結果、本実施の形態 2 によれば、銅を用いたダマシン配線構造の平坦化が低コスト、高スループット、高平坦化であることに加え、固定砥粒盤 1 0 の調寿命化も図れるという大きな効果が見込める。



## 【 0 0 3 3 】

## (実施の形態 3)

本実施の形態 3 は、上記の平坦化方法を適用してパターン付きウェハを加工した結果について説明する。即ち、本実施の形態 3 によれば、図 4 に示す結果が得られた。用いたパターンは、銅配線が周期的に並ぶ、いわゆるライン&スペースで 1 ラインの幅は  $20\ \mu\text{m}$  程度である。このパターンとパターンの間の距離を横軸とし、縦軸はディッシングとエロージョンの和である。本発明によれば、従来の CMP と比べて、高い平坦化性能（酸化膜間隔  $d$  が  $30\ \mu\text{m} \sim 0.1\ \mu\text{m}$  の範囲内において、平坦化加工面のディッシングおよびエロージョンを  $40\ \text{nm}$  以下にすることができる。）を実証できていることがわかる。この高い平坦化性能は従来の CMP のパッドよりも 5 から 10 倍高い圧縮弾性率（ $500$  から  $1000\ \text{MPa}$ ）を有する固定砥粒盤を用いたことに起因する効果である。

## 【 0 0 3 4 】

硬質な固定砥粒盤で平坦化加工する場合の課題のひとつにスクラッチがある。本発明の固定砥粒盤は、高純度なヒュームドシリカの微細砥粒を均質に分散固定してあるので、スクラッチを生じる原因である異物や大径粒子を含まない。さらに、定寸ドレッサ 4 により加工前の固定砥粒盤の面は平滑にドレッシングされているのでスクラッチが生じにくい。図 5 は銅の  $120\ \mu\text{m}$  四方のパターンを加工した後の表面形状を測定した結果である。表面の凹凸の幅は  $10\ \text{nm}$  以下であり、半導体の配線として十分な鏡面となっていることを確認した。

## 【 0 0 3 5 】

## (実施の形態 4)

次に、実際に本発明を半導体デバイスに適用した実施の形態 4 について図 7 を用いて説明する。本構造は、6 層の多層配線ロジックデバイスの断面である。シリコンウェハ基板 1 の表面に浅溝素子分離溝（STI）を酸化膜平坦化加工技術により形成した後、ゲートパターン 19 等を形成してトランジスタを形成する。その後、上部配線層 15 との W 製コンタクトプラグ 18 を W 平坦化加工技術により形成する。W プラグ 18 も銅配線構造と同様に絶縁膜 13 との界面にバリア膜 17 が成膜される。この W プラグ 18 から上層がすべて銅配線層であり、6 層と

も本発明を用いて形成した。

【 0 0 3 6 】

下地層が平坦であるので、図 6 を用いて説明した研磨残りやディッシングとエロージョンのない良好な平坦化が行なえたことがわかる。また、S T I 層や W プラグ平坦化も固定砥粒を用いた平坦化を適用することによってより平坦な半導体装置を製造することが可能になることはいうまでもない。例えば、固定砥粒を用いた S T I 層平坦化に関しては特開 2 0 0 0 - 4 9 1 2 2 号公報に記載がある。

【 0 0 3 7 】

【発明の効果】

本発明によれば、CMP 工程を一工程で平坦化することができる効果を奏する。この工程短縮の効果は単位時間あたりのウェハ着工数の増加を意味し、スループットが向上するといえる。

【 0 0 3 8 】

また、本発明によれば、ディッシング、エロージョンを低減することができる効果を奏する。この効果は、配線抵抗値のばらつき低減や断線不良の低減といった歩留りの向上になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の装置構成を説明する図。

【図 2】

本発明の加工工程を説明する図。

【図 3】

本発明の加工薬液濃度と研磨速度を説明する図。

【図 4】

本発明の平坦化性能を説明する図。

【図 5】

本発明の平坦化後の銅表面形状を説明する図。

【図 6】

平坦化性能不足にともなう課題を説明する図。

【図 7】

本発明に係わる多層配線構造を有する半導体装置の断面を説明する図。

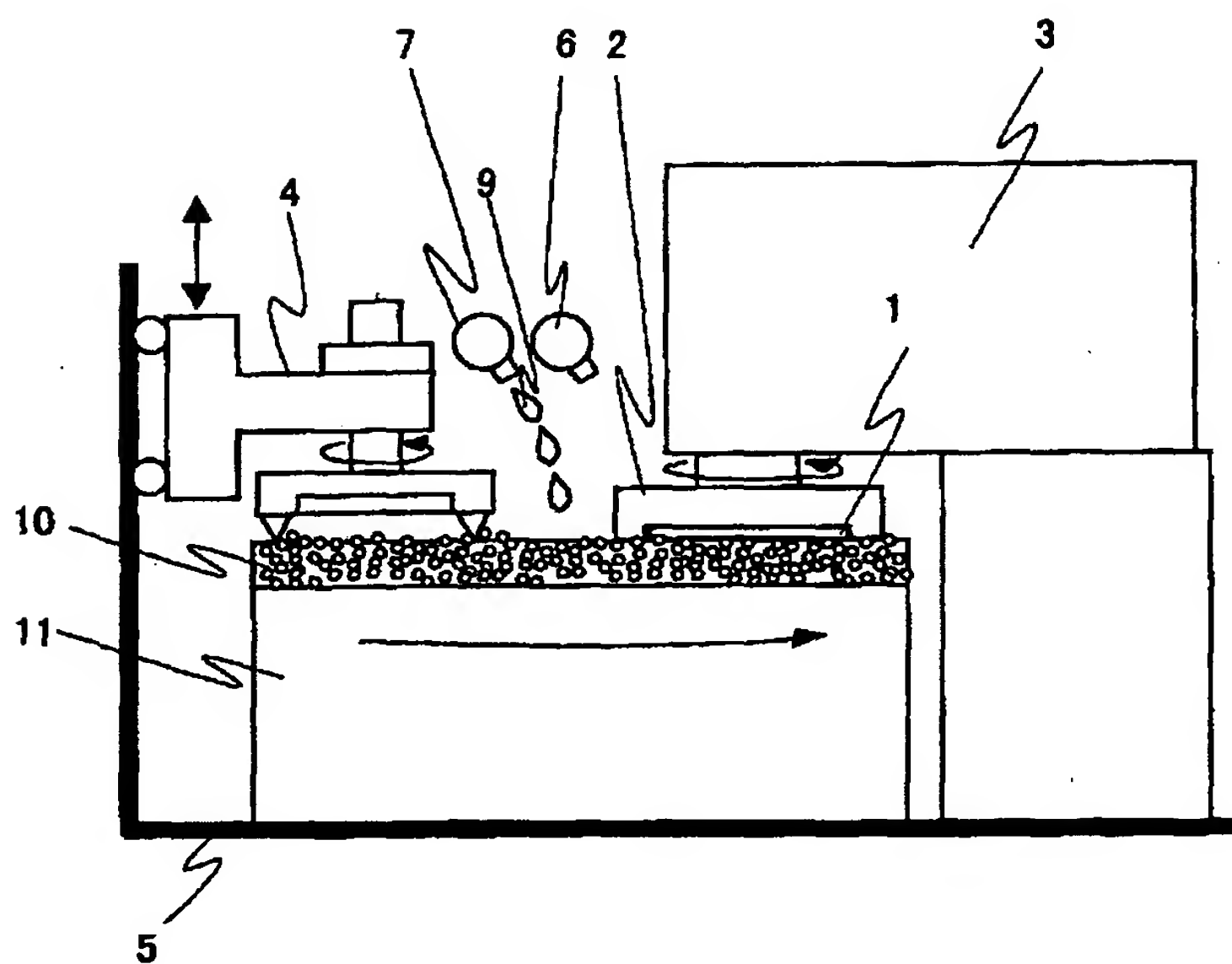
【符号の説明】

1 … ウェハ基板、 2 … ヘッド、 3 … スイングアーム、 4 … 定寸ドレッサ、 5 … 基準面、 6 … 加工液供給系 1、 7 … 加工液供給系 2、 8 … 加工液 1、 9 … 加工液 2、 1 0 … 固定砥粒盤、 1 1 … 回転定盤、 1 2 … 固定砥粒、 1 3 … 酸化膜（絶縁膜）、 1 4 … バリア膜（第 1 の導電膜）、 1 5 … 銅（第 2 の導電膜）、 1 6 … 遊離砥粒、 1 7 … W プラグのバリア膜、 1 8 … W プラグ、 1 9 … ゲート。

【書類名】 図面

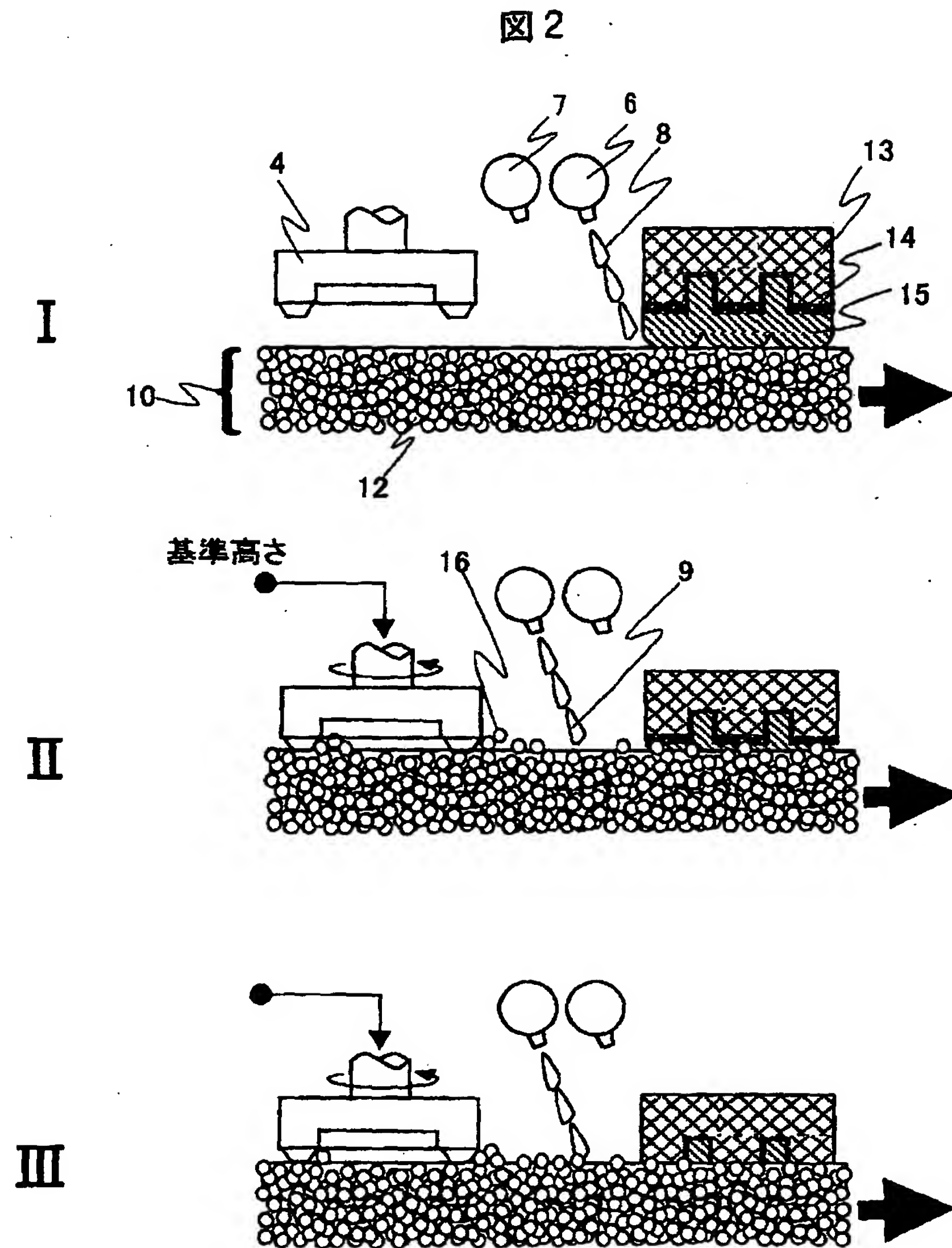
【図 1】

図 1



1...ウェハ, 2...ヘッド, 3...スイングアーム, 4...定寸ドレッサ, 5...基準面  
6...加工液供給系1, 7...加工液供給系2, 9...加工液2, 10...固定砥粒盤  
11...回転定盤

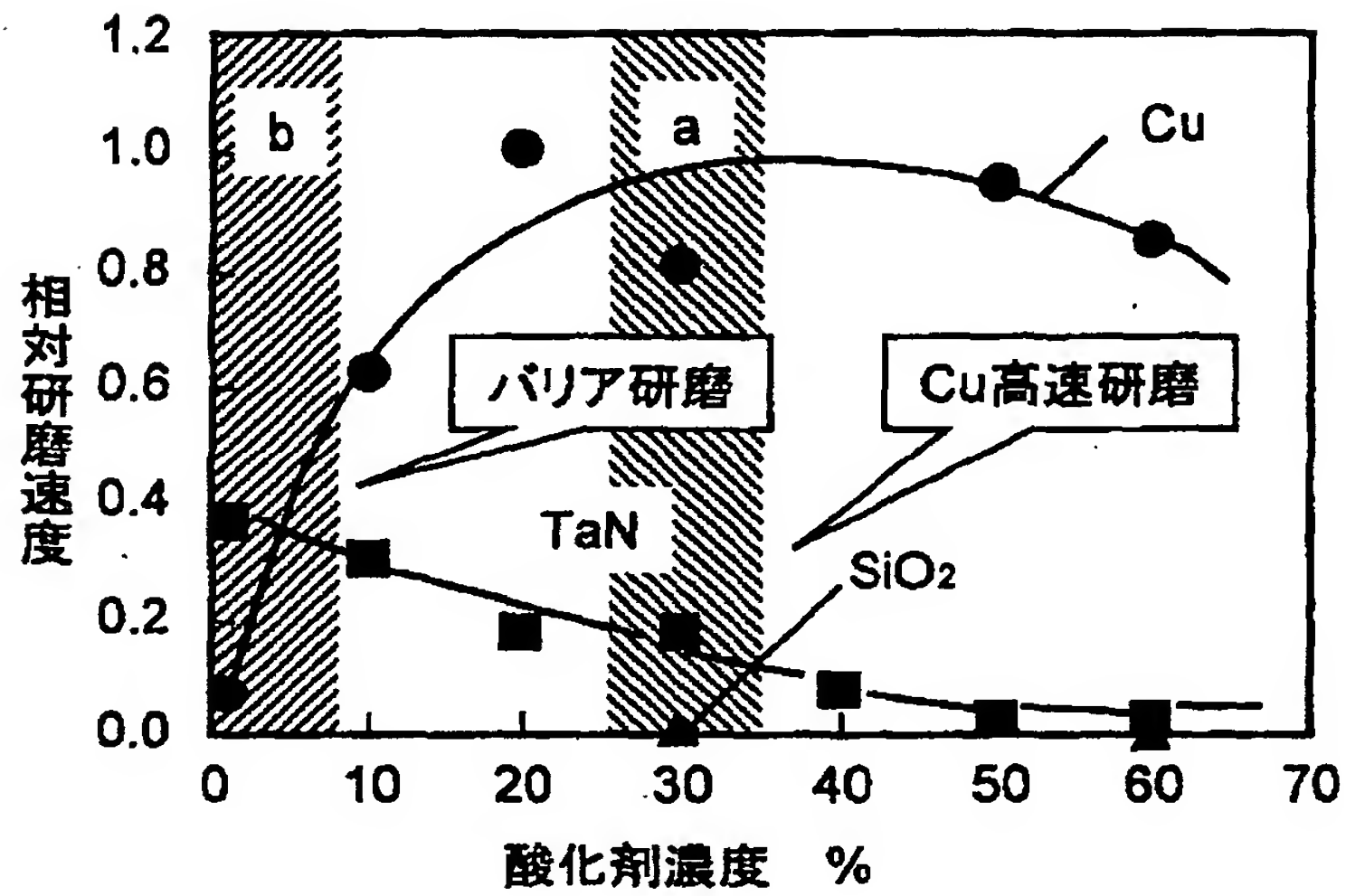
【図 2】



8...加工液1, 12...固定砥粒, 13...酸化膜, 14...バリア膜, 15...銅, 16...遊離砥粒

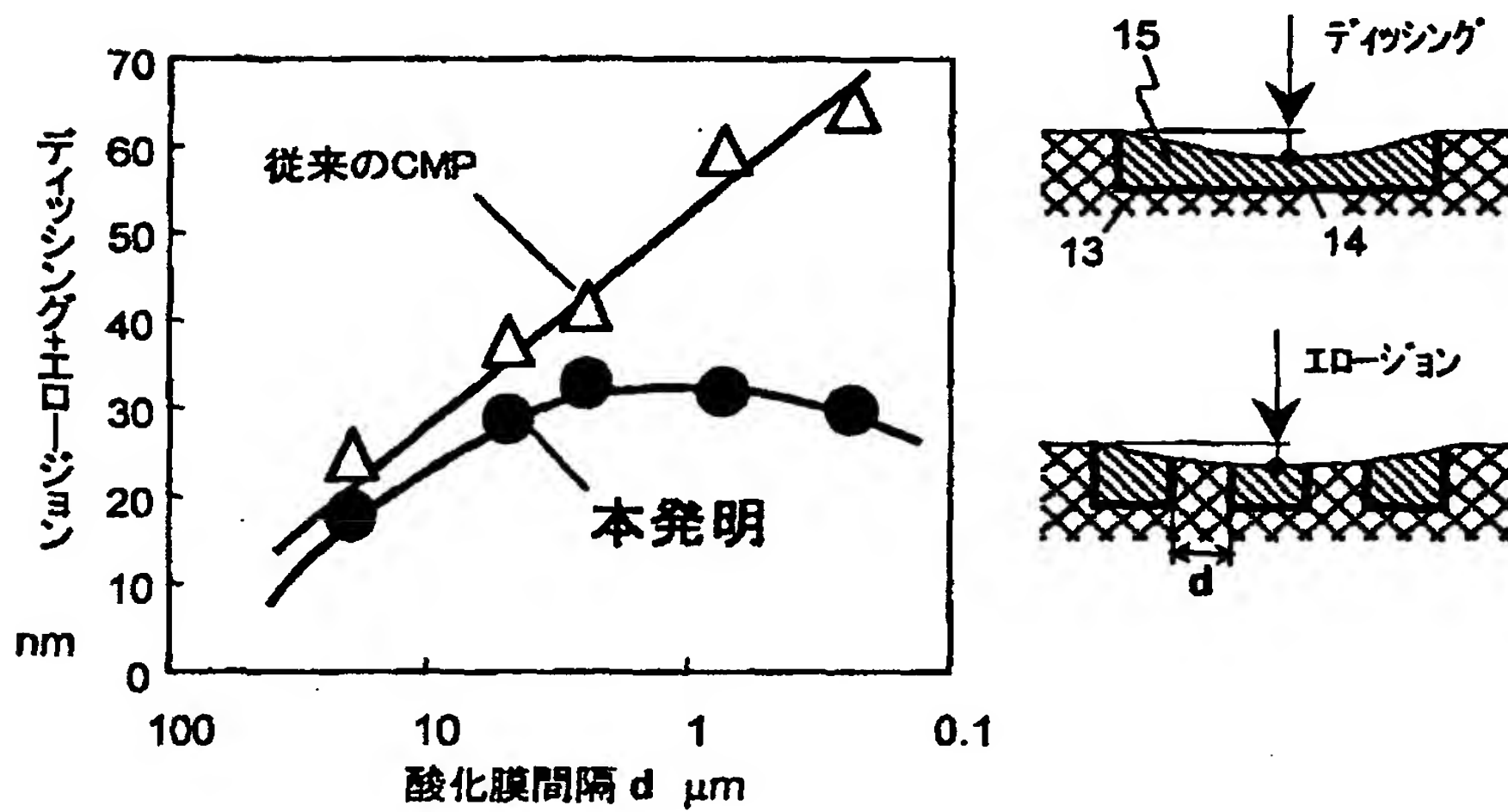
【図3】

図3



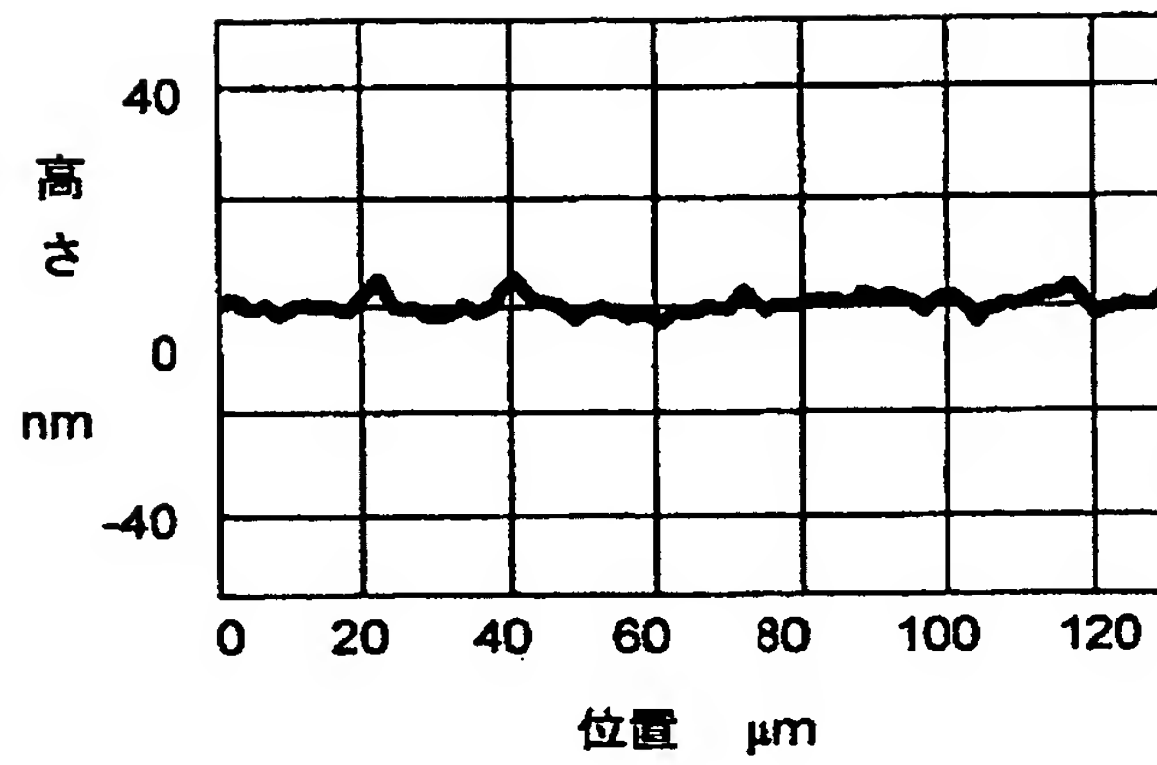
【図4】

図4



【図 5】

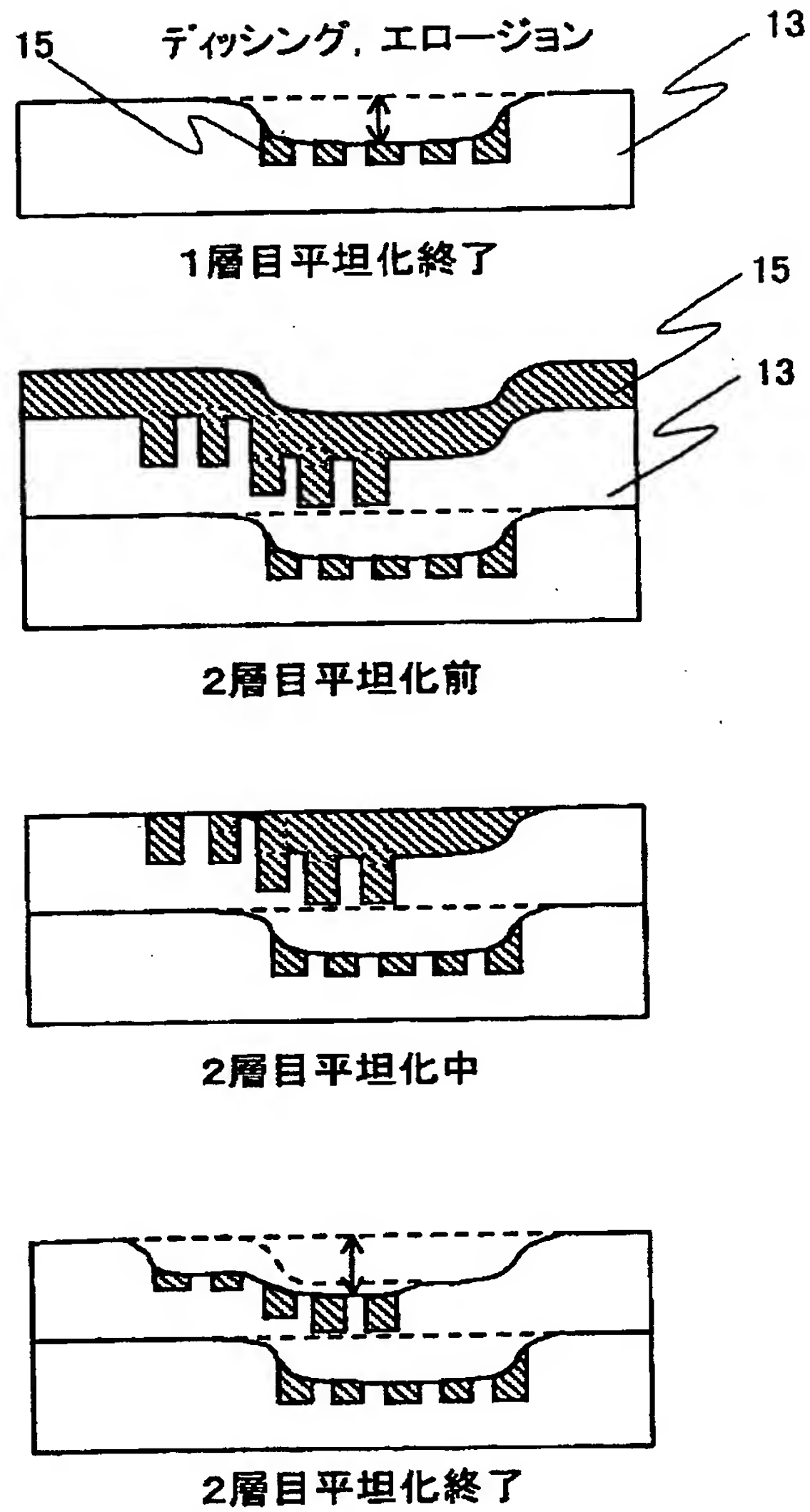
図 5



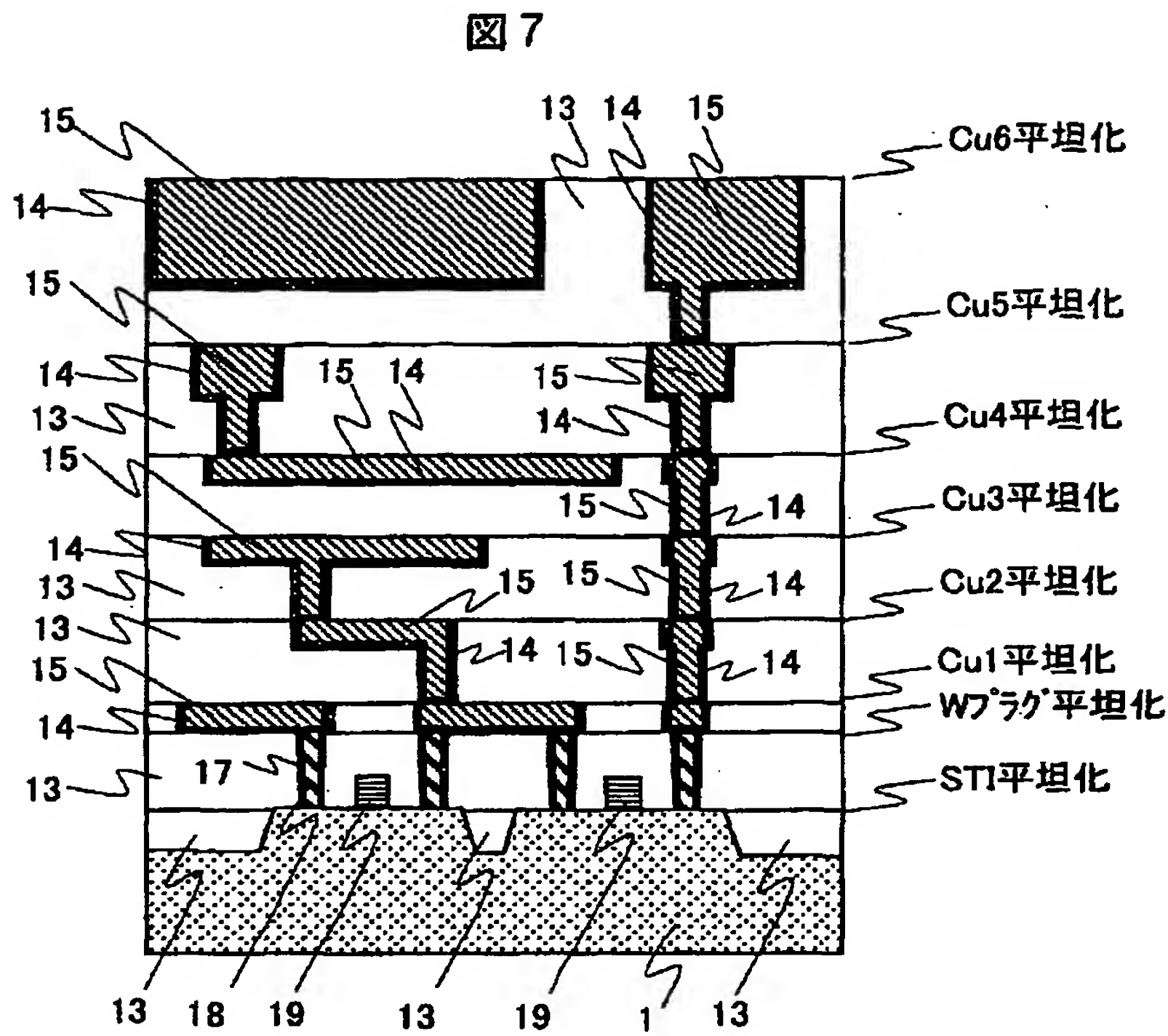


【図 6】

図 6



【図 7】



17...Wプラグのバリア膜, 18...Wプラグ, 19...ゲート

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

銅配線の平坦化には2段階以上の化学機械研磨が必要であり、コストの増大を招いていた。その他の課題として、平坦化後の配線形状が凹んでしまうディッシングやエロージョンが発生し、平坦化後の配線抵抗値のばらつきが大きくなるとともに、銅の研磨残りによるショートや断線が発生し、歩留り低下を招く課題があった。

【解決手段】

微細砥粒を均一分散固定した固定砥粒盤と酸化剤、有機酸、防食剤と純水から成る加工液、固定砥粒盤の表面を定寸でドレスリングできる定寸ドレスサを備え、加工初期段階においては銅を高速研磨する加工液を流し、バリア膜露出直前、あるいは、直後に銅とバリア膜がほぼ同一速度で研磨できるように研磨液を切換えとともに定寸ドレスサを駆動して加工中コンディショニングを行なうことにより解決できる。

【選択図】 図1

特 2 0 0 1 - 1 2 7 0 4 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地  
氏 名 株式会社日立製作所